

IMPRESSÃO 3D PARA CONSTRUÇÃO EM CONCRETO NO RIO GRANDE DO SUL: REERGUENDO COMUNIDADES PÓS ENCHENTES COM INOVAÇÃO 4.0

EMANOEL ANGELO BORGES DE JESUS¹; OTACILIA MARIA SARMENTO
CORRÊA FILHA²; LUISA FELIX DALLA VECCHIA³

¹Universidade Federal de Pelotas – emanoel.angelo@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – otacilia.maria@ufpel.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – luisafelixd@gmail.com

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

Este projeto visa o desenvolvimento de uma impressora 3D compatível com o material de argamassa cimentícia (concreto), seguindo o modelo de referência adaptado do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) descrito por Rozenfeld et al. (2006). Essa inovação busca oferecer uma solução eficiente e sustentável para a crise habitacional no Rio Grande do Sul, especialmente em áreas afetadas por enchentes recorrentes. A tecnologia de impressão 3D em concreto permitirá a redução de custos e prazos de construção, além de possibilitar a parametrização rápida e eficiente de peças personalizadas que se adaptam rapidamente às necessidades habitacionais emergenciais. (Matos et. al, 2024; Desidério, 2016).

O diferencial desta impressora está na sua capacidade de ser facilmente replicada e adaptada, alinhando-se ao espírito do movimento maker, que promove a democratização do acesso à tecnologia. A construção de um equipamento robusto e modular possibilitará que comunidades e pequenos empreendedores possam não apenas acessar, mas também personalizar a tecnologia de acordo com suas necessidades específicas.

A documentação e os recursos disponíveis no movimento maker, como os apresentados no manual de Sampaio (2018), fornecem um guia acessível para a construção e personalização da impressora. Isso não apenas garante a solidez da máquina, mas também facilita sua manutenção e inovação contínua por parte dos usuários. Assim, o projeto não se limita à criação de uma impressora, mas também à formação de uma rede colaborativa que impulsiona o desenvolvimento de soluções habitacionais emergenciais, promovendo uma cultura de inovação e adaptação local.

2. ANÁLISE DE MERCADO

O mercado para soluções habitacionais emergenciais e sustentáveis tem crescido significativamente, especialmente em países emergentes como o Brasil, onde o déficit habitacional é exacerbado por desastres naturais, como enchentes, que impactam principalmente famílias de baixa renda (Nunes, 2015). Nesse contexto, a inovação em tecnologias 4.0 de construção, como a impressão 3D, apresenta uma oportunidade valiosa.

A impressora 3D em desenvolvimento se destaca por ser uma solução de baixo custo, em grande parte devido ao seu modelo de código aberto, que permitirá sua fácil replicação e adaptação. Inspirando-se no projeto RepRap, que cumpriu muitos de seus objetivos ao tornar as impressoras 3D mais acessíveis, utilizamos componentes que podem ser encontrados em lojas comuns, como barras roscadas em vez de fusos trapezoidais caros. Essa abordagem não apenas reduz os custos

de fabricação, mas também democratiza o acesso à tecnologia de impressão 3D em situações de emergência (Sampaio, 2018).

O público-alvo deste projeto abrange, inicialmente, organizações que atuam em regiões mais vulneráveis, buscando alternativas ágeis e econômicas para a reconstrução. A capacidade da nossa impressora de reduzir custos e prazos de construção é um atrativo importante para essas entidades, que são incentivadas a investir em tecnologias inovadoras para o empreendimento social (Silva, 2024).

Além disso, o movimento maker, que enfatiza a democratização do acesso a tecnologias, é fundamental para o desenvolvimento do maquinário. Como destacado por Sampaio (2018), esse movimento promove a criação e a replicação de soluções acessíveis, permitindo que comunidades e grupos se tornem autossuficientes na produção. A utilização de um modelo de código aberto fortalece ainda mais essa abordagem, aumentando a aplicabilidade da impressora em diferentes contextos, especialmente em áreas afetadas por desastres.

Bastian (2021) observa que empresas do setor privado estão começando a explorar o uso de tecnologias de impressão 3D, visando oferecer soluções personalizadas com menor impacto ambiental. O nosso projeto se posiciona como uma solução economicamente viável para investidores e instituições financeiras interessadas em financiar projetos habitacionais de impacto social, destacando seu potencial de escalabilidade e sustentabilidade (Vasconcellos, 2019).

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O projeto teve início vinculado ao projeto Satolep FabLab da Faculdade de Arquitetura da UFPEL, com a proposta de desenvolver habitações emergenciais utilizando tecnologia de impressão 3D. A formação de uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais das áreas de engenharia civil, produção, computação e automação. Esse ambiente colaborativo tem sido fundamental para a evolução do projeto. Atualmente, a equipe encontra-se na fase de desenvolvimento, onde serão realizados os testes iniciais, ajustes no protótipo e validações técnicas, assegurando que a impressora 3D atenda aos requisitos estabelecidos e esteja preparada para a introdução ao mercado.

Com base na metodologia proposta por Rozenfeld et al. (2006), já foram realizados os primeiros estudos de viabilidade do produto, alinhando os objetivos estratégicos às oportunidades de mercado e às tecnologias emergentes. Esta análise envolve o entendimento das tendências tecnológicas disponíveis no setor e a identificação de lacunas que possam ser preenchidas pela solução proposta. A fase de desenvolvimento também requer um estudo aprofundado sobre as tecnologias existentes, análise de concorrentes e potenciais inovações que aumentem a competitividade do produto. Nesse contexto, uma análise de mercado foi realizada, abrangendo a identificação das principais patentes, normas técnicas e produtos similares, garantindo a viabilidade e a competitividade da impressora 3D.

Atualmente, o projeto busca financiamento para consolidar os primeiros testes práticos, com a proposta central de oferecer habitações emergenciais impressas em 3D, visando estabelecer contratos com instituições governamentais e ONGs. As próximas etapas incluem o desenvolvimento de protótipos mais avançados, onde melhorias identificadas nos testes iniciais serão incorporadas, além da realização de testes práticos com usuários selecionados, para obter feedback que permita ajustes que atendam às necessidades do mercado. Também está prevista a estruturação de uma campanha de marketing que destaque as inovações e

benefícios da impressora, atraindo clientes potenciais e parceiros estratégicos. Paralelamente, será implementado um sistema de monitoramento para avaliar a performance da impressora em diferentes cenários de uso, permitindo ajustes nas estratégias conforme necessário.

Essas ações são fundamentais para garantir que a impressora 3D de concreto não apenas atenda às expectativas do mercado, mas também se posicione como uma solução inovadora e sustentável para a crise habitacional no Rio Grande do Sul. Com essas etapas planejadas, espera-se não apenas a introdução bem-sucedida do produto, mas também um impacto positivo nas comunidades atendidas, estabelecendo um novo padrão para habitações emergenciais.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Entre os principais desafios identificados, destaca-se a resistência à adoção de novas tecnologias no setor da construção civil. Para superar essa barreira, é crucial desmistificar o uso das tecnologias da Indústria 4.0, especialmente a manufatura aditiva. Conforme apontado por Teixeira (2022), um fator determinante para a aceitação e integração dessa inovação no mercado é a conscientização dos investidores sobre os benefícios da impressão 3D. Assim, o projeto não apenas oferece uma solução tecnológica inovadora, mas também desempenha um papel importante na evolução do setor da construção civil.

Segundo Silva (2024) impacto social da aplicação dessa inovação é substancial, pois a proposta visa proporcionar habitações rápidas e acessíveis para comunidades afetadas por desastres, contribuindo diretamente para o bem-estar dessas populações. A expectativa financeira é que, após o sucesso dos testes do protótipo proposto a solução se mostre viável e eficiente, o que abrirá a oportunidade de registro de patentes em nome da universidade, fortalecendo sua posição como um centro de inovação.

A visão de futuro para essa inovação inclui a possibilidade de escalabilidade, expandindo a aplicação da impressão 3D para outras regiões impactadas por desastres e, potencialmente, diversificando seu uso em projetos habitacionais sustentáveis. De acordo com Holland (2023), essa escalabilidade pode ser um diferencial estratégico, possibilitando a adaptação do modelo de negócios e a criação de parcerias com instituições governamentais e ONGs para maximizar o alcance da solução proposta.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentada evidencia uma abordagem inovadora para a crise habitacional no Rio Grande do Sul, através do desenvolvimento de uma impressora 3D de baixo custo, adaptada ao uso de argamassa cimentícia. Essa tecnologia, fundamentada pelo movimento maker, não apenas democratiza o acesso à impressão 3D, mas também potencializa a capacidade de comunidades e pequenos empreendedores de personalizar soluções habitacionais. A possibilidade de replicar facilmente o equipamento, utilizando materiais acessíveis, reforça a viabilidade da impressora em contextos emergenciais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, A.C.; MENDES, F.J.; SOUSA, R.L. Uso da impressão 3D na construção civil: um estudo de caso. *Journal of Construction Engineering*, v.12, n.3, p.34-45, 2023.

BASTIAN, H. P. A. D. **Automação na Construção Civil: O Avanço das Impressoras 3d**. Universidade do Minho. Portugal. 2021.

CAVALCANTE, C. S. C. **Indústria 4.0 na pré-fabricação: modelo de maturidade e quadro atual de desenvolvimento tecnológico de fabricantes da construção industrializada**. [s.l.] Universidade de São Paulo. Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2023.

DESIDÉRIO, M. **A startup brasileira que vai fazer prédios com impressão 3D**. Disponível em: <<https://exame.com/pme/a-startup-brasileira-que-vai-fazer-predios-com-impressao-3d/>>. Acesso em: 19 set. 2024.

HOLLAND, O. **Texas, nos EUA, terá vila formada apenas por casas construídas com impressoras 3D**. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/lifestyle/texas-tera-vila-formada-apenas-por-casas-construidas-com-impressoras-3d/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

MATOS, P. R. DE et al. Quality control tests of fresh 3D printable cement-based materials. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, v. 17, n. 5, 2024.

NUNES, T. **Sustentabilidade urbana: impactos do desenvolvimento econômico e suas conseqüências sobre o processo de urbanização em países emergentes: textos para as discussões da Rio+20: habitações social e sustentabilidade**. V3. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/capacitacao/publicacoes/habitacao_social.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

ROZENFELD, H. et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. 2006.

SAMPAIO, C. **Um Guia Maker para todos: Impressão 3D desmistificada, 2018**. Disponível em: <https://embarcados.com.br/guia-maker-para-todos-impressao-3d/>. Acesso em: 10 out. 2024.

SILVA, V. S. **UEL vai contar com impressora 3D para construir casas populares**. Disponível em: <<https://operobal.uel.br/pesquisas/2024/05/21/uel-vai-contar-com-impressora-3d-para-construir-casas-populares/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

TEIXEIRA, J. P. G. Uma análise dos conceitos e metodologias de inovação aberta como alternativa para a Construção 4.0. 2022.

VASCONCELLOS, E. F. A inovação social como meio de empreender na engenharia civil. 2019.